

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-270807

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

H01L 33/00

(21)Application number : 09-092980

(71)Applicant : UEKUSA SHINICHIRO

(22)Date of filing : 27.03.1997

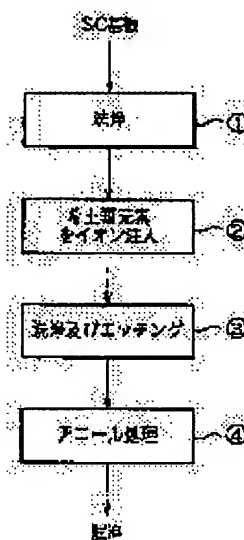
(72)Inventor : UEKUSA SHINICHIRO
AWAHARA KAZUHIKO

(54) SEMICONDUCTOR FOR LIGHT EMITTING DEVICE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor for light emitting device which has a remarkably improved photoluminescence intensity at a room temperature, a high heat resistance, and a high luminous efficacy by doping silicon carbide with a rare-earth element through ion implantation and annealing the doped silicon carbide.

SOLUTION: A semiconductor for light emitting device is composed of silicon carbide containing a rare-earth element as a luminous center. In the manufacturing method of the semiconductor, a single-crystal silicon carbide substrate (SiC substrate) is ultrasonically cleaned. The first, second, final cleaning solutions used for the ultrasonic cleaning are acetone, methanol, and pure water, respectively. After cleaning, the SiC substrate is doped with the rare-earth element through ion implantation. The ion implanting conditions are set at 1 MeV in energy and 1×10^{-13} cm² in dose. After the SiC substrate is cleaned and etched (by dipping the SiC substrate in 5% hydrofluoric acid solution and cleaning the substrate with pure water), the substrate is annealed (for about 30 minutes at an annealing temperature of about 1,600° C). At the time of annealing the substrate, flash lamp is used as a heat source.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-270807

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

A

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-92980

(22) 出願日 平成9年(1997)3月27日

(71) 出願人 591234260

植草 新一郎

東京都東村山市久米川町3-19-13

(72) 発明者 植草 新一郎

東京都東村山市久米川町3-19-13

(72) 発明者 粟原 和彦

神奈川県川崎市多摩区生田8-20-6

メゾン生田206号室

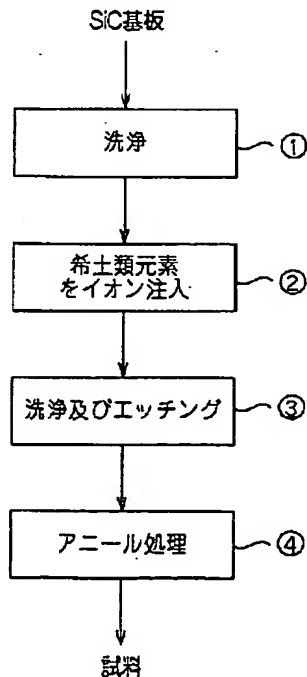
(74) 代理人 弁理士 高橋 勇

(54) 【発明の名称】 発光素子用半導体及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 バンドギャップの広い半導体に希土類元素を添加した場合に十分な発光強度を達成し、これにより室温での使用に好適な発光素子を実現する。

【解決手段】 本発明の発光素子用半導体は、希土類元素を発光中心として含む炭化ケイ素からなるものであり、次の工程①～④により製造する。①. SiC基板を超音波により洗浄する。②. SiC基板に対してイオン注入により希土類元素をドーピングする。③. SiC基板を洗浄及びエッチングする。④. SiC基板に対してアニール処理を施す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 希土類元素を発光中心として含む炭化ケイ素からなる発光素子用半導体。

【請求項2】 前記希土類元素がイットリビウムである請求項1記載の発光素子用半導体。

【請求項3】 前記希土類元素がエルビウムである請求項1記載の発光素子用半導体。

【請求項4】 前記希土類元素がイットリビウム及びエルビウムである請求項1記載の発光素子用半導体。

【請求項5】 前記炭化ケイ素に対してイオン注入により前記希土類元素をドーブする第一工程と、この希土類元素がドーブされた炭化ケイ素にアニール処理を施す第二工程とを備えた、請求項1、2、3又は4記載の発光素子用半導体の製造方法。

【請求項6】 前記第二工程は、アニール温度が1600℃程度であり、かつアニール時間が30分程度である、請求項5記載の発光素子用半導体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオード、半導体レーザ等の発光素子の材料となる発光素子用半導体及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】希土類元素を添加した半導体は、発光素子への応用や発光メカニズムの解明のために広く研究されている。例えば、希土類元素としてエルビウム(Er)を用いたものは、Er³⁺の4f殻の⁴I_{13/2} → ⁴I_{15/2} による発光波長が石英系ファイバの最低損失波長1540nmに一致するため、光通信用発光素子の材料として大いに期待されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、現在までに実現されている希土類元素を添加した半導体の多くは、バンドギャップの狭い半導体(例えばInPやSi)であった。したがって、その狭いバンドギャップゆえに温度上昇に伴い発光強度が大幅に低下するので、室温での発光は難しかった。

【0004】

【発明の目的】そこで、本発明の目的は、バンドギャップの広い半導体に希土類元素を添加した場合に十分な発光強度を達成し、これにより室温での使用に好適な発光素子を実現できる発光素子用半導体及びその製造方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明に係る発光素子用半導体は、希土類元素を発光中心として含む炭化ケイ素からなるものである。前記希土類元素は、イットリビウム(以下「Yb」という。)若しくはエルビウム(以下「Er」という。)又はこれらの両方でもよく、又は、Yb、Er、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、P

m、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Tm及びLuからなる群から選ばれた一又は二以上でもよい。更に、N、O等の軽元素を共添加してもよい。

【0006】本発明に係る発光素子用半導体の製造方法は、前記炭化ケイ素に対してイオン注入により前記希土類元素をドーブする第一工程と、この希土類元素がドーブされた炭化ケイ素にアニール処理を施す第二工程とを備えたものである。前記第二工程は、アニール温度が1600℃程度であり、かつアニール時間が30分程度であるものとしてもよい。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明に係る発光素子用半導体及びその製造方法の一実施形態を、以下に説明する。

【0008】本実施形態の発光素子用半導体は、図1の工程図に示すように、次の工程①～④により製造する。

①. 炭化ケイ素の単結晶基板(以下、単に「SiC基板」という。)を超音波により洗浄する。このときに用いる洗浄液は、最初にアセトン(1分2回)、続いてメタノール(1分2回)、最後に純水(1分2回)である。②. SiC基板に対してイオン注入により希土類元素をドーブする。イオン注入の条件は、エネルギー1MeV、ドーズ量 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ である。③. SiC基板を洗浄及びエッチングする。洗浄の条件は①と同じである。エッチングは、5%フッ酸(HF)中に1分間浸した後、純水ですすぐことにより行う。④. SiC基板に対してアニール処理を施す。アニール温度は1600℃程度、アニール時間は30分程度である。熱源はフラッシュランプを使用する。以下、SiC基板に対してイットリビウムをドーブした試料を「SiC:Yb(実施例1)」、SiC基板に対してエルビウムをドーブした試料を「SiC:Er(実施例2)」と表記する。

【0009】このようにして作製した試料についてフォトルミネッセンス(以下「PL」という。)法により評価した結果を、図2乃至図6に示す。PL法による評価は、試料をクライオスタット内に取付け、波長325nm及びパワー20mWのレーザ光により試料を励起し、試料から発するPL光をダブルモノクロメータにより分光し、液体窒素で冷却したゲルマニウム検出器(p-i-nダイオード)でPLスペクトルを受光することにより行った。

【0010】図2は、SiC:Ybの20KにおけるPLスペクトルを示すグラフである。この図から明らかなように、SiC:Ybは、PL強度のピークが従来のInP:Ybよりも多い五個となっており、PL強度の高い領域も980～1040nmと広い。図3は、SiC:YbのPLスペクトルの測定温度依存性を示すグラフである。図4は、SiC:YbのPL強度の測定温度依存性を示すグラフである。これらの図から明らかなように、SiC:Ybは室温(300K)でも十分に発光する。

【0011】図5は、SiC:ErのPLスペクトルの測定温度依存性を示すグラフである。図6は、SiC:

ErのPL強度の測定温度依存性を示すグラフである。これらの図から明らかなように、SiC:Erは室温(300K)でも十分に発光する。

* 光活性化エネルギーを求めた結果を示す図表である。温度消光活性化エネルギーは、次式により求めた。

【0013】

【0012】図7は、図4及び図6のグラフから温度消*

【数1】

$$I(T) = \frac{I_0}{1 + C_1 \exp\left(-\frac{E_1}{kT}\right) + C_2 \exp\left(-\frac{E_2}{kT}\right) + C_3 \exp\left(-\frac{E_3}{kT}\right)}$$

I_0 : 0Kでの発光強度

k : ボルツマン定数

T : 測定温度(K)

C_1, C_2, C_3 : カップリング係数

E_1, E_2, E_3 : 温度消光活性化エネルギー(meV)

【0014】図7では、比較例1としてInP:Yb(アニール温度550℃)、比較例2としてInP:Yb(アニール温度750℃)、比較例3としてSi:Er、比較例4としてSi:Er、Cを記載している。図7から明らかなように、実施例1及び2は、C₁及びE₁がないので、温度消光しにくいことがわかる。

【0015】なお、本発明は、いうまでもないが、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、炭化ケイ素に含まれる希土類元素は、Yb、Er、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tm、Dy、Ho、Lu及びLuからなる群から選ばれた一又は二以上としてもよい。更に、N、O等の軽元素を共添加してもよい。

【0016】

【発明の効果】請求項1、2、3又は4記載の発光素子用半導体によれば、希土類元素を発光中心として含む炭化ケイ素からなることにより、従来の希土類元素を含む半導体に比べて、室温でのPL強度を飛躍的に向上できる。したがって、炭化ケイ素のバンドギャップが広いことから、室温でも高い発光効率を維持でき、これにより室温での使用に好適な発光素子を実現できる。更に、バンドギャップが広いこと及び1600℃程度の熱処理を施してあることから、耐熱性に優れるので、パワー用発光素子を実現できる。

【0017】請求項3記載の発光素子用半導体によれば、エルビウムを発光中心として含む炭化ケイ素からなることにより、発光波長が石英系ファイバの最低損失波長に一致するため、光通信に好適な発光素子を実現でき

る。

【0018】請求項5記載の発光素子用半導体の製造方法によれば、炭化ケイ素に対してイオン注入により希土類元素をドーピングする工程と、希土類元素がドーピングされた炭化ケイ素にアニール処理を施す工程とを備えたことにより、本発明に係る発光素子用半導体を簡単かつ高品質に製造することができる。

【0019】請求項6記載の発光素子用半導体の製造方法によれば、アニール温度が1600℃程度、かつアニール時間が30分程度であることより、炭化ケイ素中に希土類元素の発光中心を良好に形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る発光素子用半導体の製造方法の一実施形態を示す工程図である。

【図2】本発明に係る発光素子用半導体の実施例1におけるPLスペクトルを示すグラフである。

【図3】本発明に係る発光素子用半導体の実施例1におけるPLスペクトルの測定温度依存性を示すグラフである。

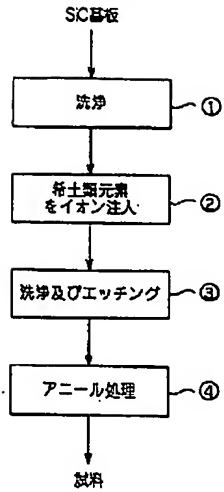
【図4】本発明に係る発光素子用半導体の実施例1におけるPL強度の測定温度依存性を示すグラフである。

【図5】本発明に係る発光素子用半導体の実施例2におけるPLスペクトルの測定温度依存性を示すグラフである。

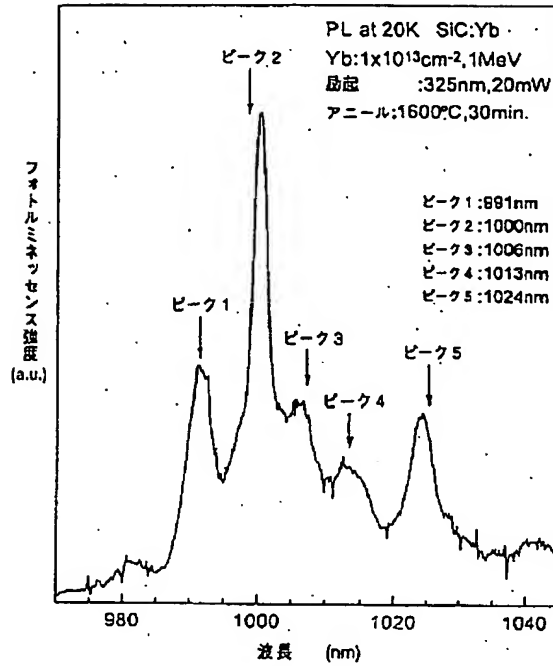
【図6】本発明に係る発光素子用半導体の実施例2におけるPL強度の測定温度依存性を示すグラフである。

【図7】図4及び図6のグラフから温度消光活性化エネルギーを求めた結果を示す図表である。

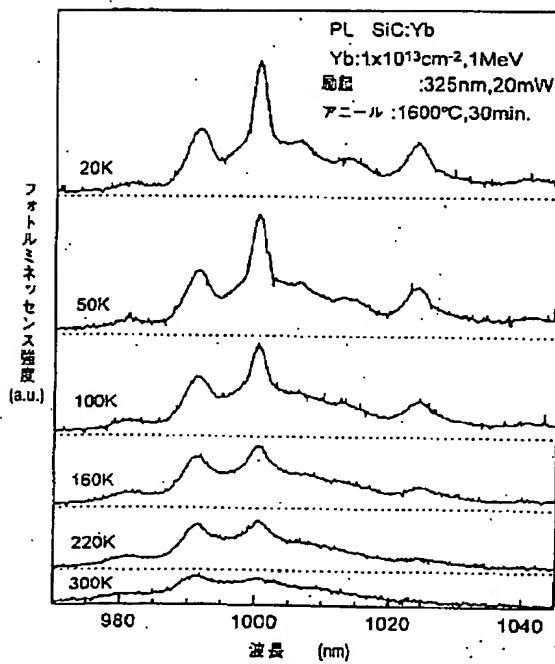
【図1】



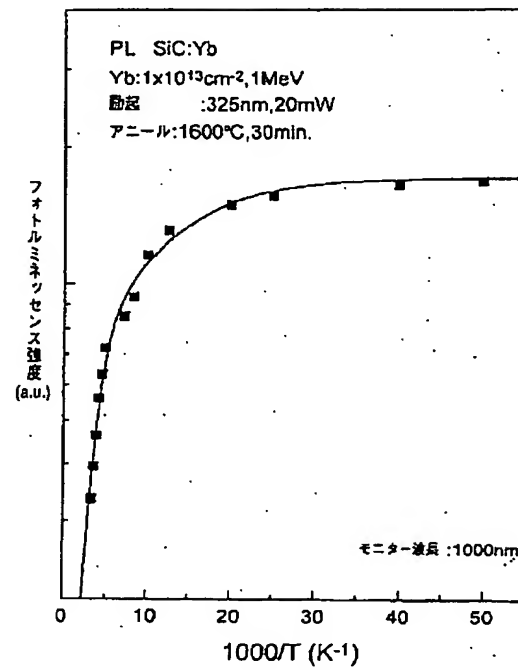
【図2】



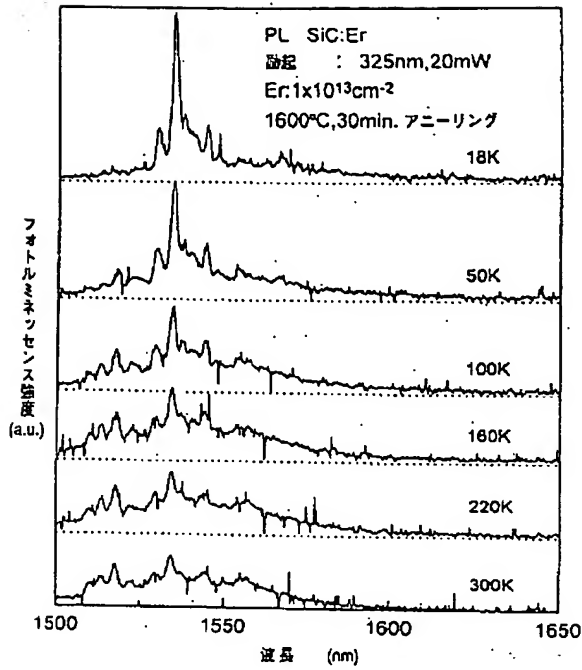
【図3】



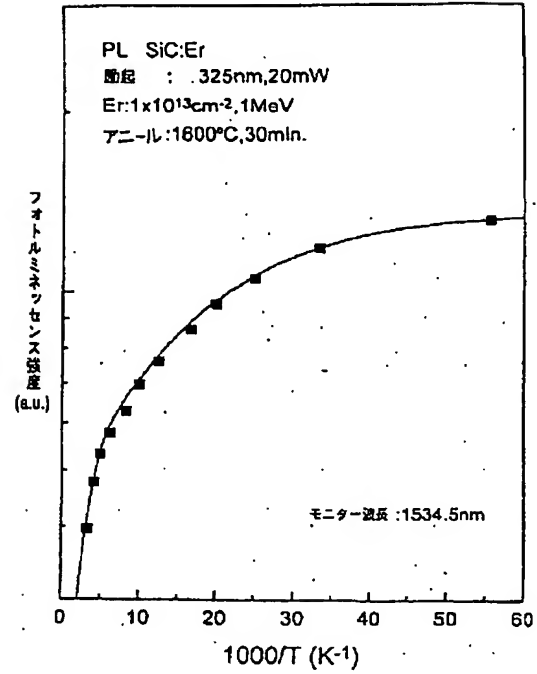
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

		C_1	C_2	C_3	$E_1(\text{meV})$	$E_2(\text{meV})$	$E_3(\text{meV})$
比較例1	InP:Yb (アニール温度550°C)	16.7	—	3.4×10^6	15.9	—	110
比較例2	InP:Yb (アニール温度750°C)	12.0	—	1.8×10^7	12.6	—	120
比較例3	Si:Er	11	—	105000	8.1	—	138
比較例4	Si:Er,C	0.15	19	156000	5.0	12	139
実施例1	SiC:Yb	2	50	—	11.5	80	—
実施例2	SiC:Er	2	10	—	70	70	—